

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DE05/000436

International filing date: 11 March 2005 (11.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 015 299.3

Filing date: 29 March 2004 (29.03.2004)

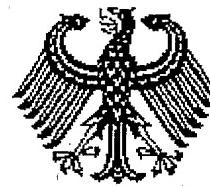
Date of receipt at the International Bureau: 24 May 2005 (24.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 10 2004 015 299.3

Anmeldetag: 29. März 2004

Anmelder/Inhaber: MTU Aero Engines GmbH, 80995 München/DE

Bezeichnung: Fertigungsanlage, insbesondere Rotationsreibschweißanlage

IPC: B 23 K 37/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. Mai 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "B. Böck".

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Brosig".

Fertigungsanlage, insbesondere Rotationsreibschiessanlage

Die Erfindung betrifft eine Fertigungsanlage, insbesondere eine Rotationsreibschiessanlage, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei der Fertigung von Gasturbinen ist das Reibschiessen ein weitverbreitetes Fügeverfahren. Das Reibschiessen gehört zu den sogenannten Pressschweißverfahren, wobei man beim Reibschiessen das sogenannte lineare Reibschiessen vom Rotationsreibschiessen und dem sogenannten Rührreibschiessen unterscheidet. Beim Rotationsreibschiessen werden rotationssymmetrische Bauteile durch Reibung aneinander gefügt bzw. miteinander verbunden. Beim Rotationsreibschiessen rotiert ein erstes Bauteil, wohingegen das andere Bauteil stillsteht und mit einer bestimmten Kraft gegen das rotierende Bauteil gedrückt wird. Hierbei passen sich Fügeflächen der miteinander zu verbindenden Bauteile durch Warmverschmieden aneinander an.

Das Rotationsreibschiessen wird auf sogenannten Rotationsreibschiessanlagen durchgeführt, wobei nach dem Stand der Technik das rotierende Bauteil auf einer drehenden Spindel und das stillstehende Bauteil auf einer nicht-drehenden Spindel gelagert ist. Beim Rotationsreibschiessen ist es insbesondere von Bedeutung, die beiden miteinander zu verbindenden Bauteile exakt zueinander zu positionieren bzw. aufeinander auszurichten. Nach dem Stand der Technik erfolgt die Ausrichtung der statischen Seite und der rotierenden Seite einer Rotationsreibschiessanlage durch Keile. Die Ausrichtung mithilfe von Keilen kann nur mit großem Aufwand durchgeführt werden und ermöglicht keine dynamische bzw. geregelte Ausrichtung der miteinander zu verschweißenden Bauteile während des Schweißvorgangs. Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Rotationsreibschiessanlagen ist demnach eine Justage der miteinander zu verschweißenden Bauteile nur sehr eingeschränkt möglich. Die Ausrichtung mithilfe von Keilen berücksichtigt des weiteren weder eine Durchbiegung der Rotationsreibschiessanlage durch wechselnde Schwungmassenkörper noch die thermische Verbiegung unter wechselnden Umgebungsbedingungen. Hierdurch wird die erzielbare Genauigkeit der Rotationsreibschiessverbindung beschränkt. Eine ähnliche Problematik ist übrigens bei allen Fertigungsanlagen festzustellen, die zwei zueinander auszurichtende Teilsysteme aufweisen.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine neuartige Fertigungsanlage, insbesondere eine neuartige Rotationsreibschweißanlage, zu schaffen.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass die eingangs genannte Fertigungsanlage, insbesondere die Rotationsreibschweißanlage, durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist. Erfindungsgemäß ist mindestens einem der beiden zueinander auszurichtenden Teilsysteme eine zwei ineinander verschachtelte Rahmen aufweisende Justiereinrichtung zugeordnet, wobei zwischen den beiden Rahmen der Justiereinrichtung in axialem Abstand voneinander zwei Gruppen mit jeweils mindestens drei Stelleinrichtungen angeordnet sind.

Mit der erfindungsgemäßen Fertigungsanlage ist eine dynamische bzw. geregelte Ausrichtung der beiden Teilsysteme der Fertigungsanlage während des Fertigungsprozesses möglich. Im Fall des Rotationsreibschweißen bedeutet dies, dass die Ausrichtung der rotierenden Spindel zur nicht-drehenden Spindel dynamisch während des Rotationsreibschweißens beeinflusst werden kann. Hierdurch vereinfacht sich der Aufbau der Fertigungsanlage. Weiterhin kann die Fertigungsqualität erhöht werden.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die relative Position der zueinander auszurichtenden Teilsysteme fortlaufend messbar, wobei abhängig von einer Messung über die oder jede Justiereinrichtung während des Betriebs der Fertigungsanlage eine dynamische Ausrichtung der beiden zueinander auszurichtenden Teilsysteme erfolgt.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

- Fig. 1 eine schematisierte Darstellung einer Fertigungsanlage, die als Rotationsreibschweißanlage ausgebildet ist;
- Fig. 2 eine Verbindungsnaht zwischen zwei miteinander verbundenen Bauteilen;
- Fig. 3 ein schematisiertes Detail aus einer erfindungsgemäßen, als Rotationsreibschweißanlage ausgebildeten Fertigungsanlage nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung in Vorderansicht;
- Fig. 4 einen Querschnitt durch das Detail der Fig. 3 entlang der Schnitttrichtung IV-IV, und

Fig. 5 ein schematisiertes Detail aus einer erfindungsgemäßen, als Rotationsreibschweißanlage ausgebildeten Fertigungsanlage nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung in Vorderansicht.

Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer als Rotationsreibschweißanlage 10 ausgebildeten Fertigungsanlage zum Fügen zweier Bauteile 11 und 12, wobei sich zwischen den Bauteilen 11 und 12 beim Rotationsreibschweißen die in Fig. 2 vergrößert dargestellte Verbindungsnaht 13 ausbildet.

Die in Fig. 1 dargestellte Rotationsreibschweißanlage 10 verfügt über zwei zueinander auszurichtende Teilsysteme, nämlich über eine erste Spindel 14 und eine zweite Spindel 15. Auf der ersten Spindel 14 ist das Bauteil 11 und auf der zweiten Spindel das Bauteil 12 der miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 angeordnet bzw. gelagert. Hierzu sind den Spindeln 14 und 15 jeweils Spanneinrichtungen 16 und 17 zugeordnet. Mit Hilfe der Spanneinrichtungen 16 und 17 sind die miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 auf der jeweiligen Spindel 14 bzw. 15 befestigbar. Der ersten Spindel 14 ist mindestens ein Schwungmassenkörper 23 zugeordnet.

Um nun die beiden Bauteile 11 und 12 mithilfe des Rotationsreibschweißens miteinander zu verbinden, wird das auf der ersten Spindel 14 gelagerte Bauteil 11 im Sinne des Pfeils 18 drehend bewegt, wobei das auf der zweiten Spindel 15 gelagerte Bauteil 12 im Sinne des Pfeils 19 mit einer Kraft gegen das Bauteil 11 gedrückt wird. Die Relativrotation zwischen den Bauteilen 11 und 12 sowie diese Kraft erzeugen eine Reibung und damit Erwärmung der beiden Bauteile 11 und 12 an Kontaktflächen bzw. Fügeflächen 21, 22 derselben. Hierbei erfolgt an den Kontaktflächen bzw. Fügeflächen 21, 22 ein Warmverschmieden des Werkstoffes der Bauteile 11 und 12. Hierbei bildet sich die in Fig. 2 schematisiert dargestellte Verbindungswulst 20 aus.

Bei Verbindung der beiden Bauteile 11 und 12 ist es von Bedeutung, dass die Längsachsen bzw. Längsmittelachsen der beiden Bauteile 11 und 12 nach dem Verbinden aufeinanderliegen bzw. zusammenfallen und demnach kein Versatz zwischen den Längsachsen vorliegt. Hierzu ist es erforderlich, die beiden Spindeln 14, 15 exakt zueinander auszurichten.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung ist zumindest einer der beiden Spindeln 14 und 15 eine Justiereinrichtung 24 zugeordnet. Ein erstes Ausführungsbeispiel einer solchen Justiereinrichtung zeigen Fig. 3 und 4.

Die Justiereinrichtung umfasst zwei ineinander verschachtelte Rahmen 25 und 26. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 sind die ineinander verschachtelten Rahmen 25 und 26 als konzentrische, im Querschnitt rechteckige Rohre ausgebildet. Insofern umfasst die Justiereinrichtung 24 ein inneres Rohr 25 und ein äußeres Rohr 26, wobei das äußere Rohr 26 das innere Rohr 25 umschließt.

Zwischen den beiden ineinander verschachtelten Rahmen 25 und 26 bzw. zwischen den beiden Rohren sind in axialem Abstand zueinander zwei Gruppen 27 und 28 aus mehreren Stellgliedern 29 angeordnet. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 umfasst jede Gruppe 27 und 28 insgesamt acht Stellglieder 29. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 ist vorzugsweise jedes der Stellglieder 29 mit einem der beiden Rahmen 25 bzw. 26 fest verbunden, wohingegen die Stellglieder 29 gegenüber dem anderen Rahmen 26 bzw. 25 beweglich sind.

Die Stellglieder 29 sind vorzugsweise als die Piezosteller ausgebildet. Durch selektive Verringerung bzw. Vergrößerung der Querschnittsabmessungen der als Piezosteller ausgebildeten Stelleinrichtungen 29 lassen sich die beiden Rahmen 25 und 26 der Justiereinrichtung 24 exakt zueinander ausrichten. Bedingt dadurch, dass in axialem Abstand hintereinander zwei Gruppen 27 und 28 von Stelleinrichtungen 29 positioniert sind, lässt nicht nur eine horizontale sowie vertikale Ausrichtung der beiden Rahmen 25 und 26 zueinander bewerkstelligen, vielmehr können die beiden Rahmen 25 und 26 auch derart zueinander geneigt werden, dass Längsmittelachsen der beiden Rahmen nicht parallel zueinander verlaufen, sondern vielmehr einen Winkel einschließen.

Wie bereits erwähnt, kann jeder Spindel 14 bzw. 15 der Rotationsreibschweißanlage 10 eine derartige Justiereinrichtung 24 zugeordnet sein. In dem Fall, in welchem beiden Spindeln 14 und 15 eine derartige Justiereinrichtung 24 zugeordnet ist, ist einerseits die drehende Spindel 14 und andererseits die feststehende Spindel 15 im inneren Rahmen 25 der Justiereinrichtung 24 gelagert. Es sei darauf hingewiesen, dass auch lediglich einer Spindel, also entweder der drehenden Spindel 14 oder der nicht-drehenden Spindel 15, eine derartige Justiereinrichtung 24 zugeordnet sein kann.

Im Unterschied zum gezeigten Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 ist es selbstverständlich auch möglich, lediglich vier Stelleinrichtungen zwischen dem inneren Rahmen 25 und dem äußerem Rahmen 26 der Justiereinrichtung 24 anzutragen. Die Anzahl der Stelleinrichtungen 29 zwischen dem in-

neren Ring 25 und dem äußereren Ring 26, die im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 im Querschnitt rechteckförmig ausgebildet sind, muss lediglich mindestens vier betragen.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Justiereinrichtung 30 für eine erfindungsgemäße Fertigungsanlage, insbesondere für eine erfindungsgemäße Rotationsreibschißanlage. Die Justiereinrichtung 30 der Fig. 5 verfügt wiederum über zwei ineinander verschachtelte Rahmen 31 und 32, wobei im Ausführungsbeispiel der Fig. 5 die beiden ineinander verschachtelten Rahmen als konzentrische, im Querschnitt kreisringförmige Rohre ausgebildet sind. Wie Fig. 5 entnommen werden kann, ist das innere Rohr 31 vom äußeren Rohr 32 konzentrisch umschlossen. Zwischen den beiden als konzentrische, im Querschnitt kreisringförmige Rohre ausgebildeten Rahmen 31 und 32 sind wiederum in axialem Abstand zueinander zwei Gruppen 33 bzw. 34 von Stelleinrichtungen 25 positioniert. Die Stelleinrichtungen 35 sind wiederum als Piezosteller ausgebildet, wobei im gezeigten Ausführungsbeispiel der Fig. 5 jede Gruppe 33 bzw. 34 mindestens drei Stellglieder 35 aufweist. Auch mit der Justiereinrichtung 30 der Fig. 5 ist eine Justierung bzw. Ausrichtung von zwei Achsen in Winkel und Lage möglich. Durch selektive Vergrößerung bzw. Verringerung der Querschnittsprofile der als Piezosteller ausgebildeten Stelleinrichtungen 35 lassen sich die beiden Rahmen 31 und 32 in horizontaler Richtung und vertikaler Richtung zueinander verschieben. Weiterhin können die beiden Rahmen 31 und 32 relativ zueinander abgewinkelt werden.

Eine mit solchen Justiereinrichtungen 24 bzw. 30 ausgebildete Rotationsreibschißanlage 10 ermöglicht eine dynamische Justierung der miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 bzw. der beiden Spindeln 14 und 15 während des Rotationsreibschißvorgangs. So ist es mit der hier vorliegenden, erfindungsgemäßen Rotationsreibschißanlage möglich, die Position bzw. Relativstellung der beiden miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 während des Rotationsreibschißens fortlaufend zu erfassen und abhängig von entsprechenden Messungen durch Beeinflussung der Stellglieder 29 bzw. 35 der Justiereinrichtungen 24 bzw. 30 die in beiden Spindeln 14 und 15 und damit letztendlich die beiden miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 während des Rotationsreibschißens dynamisch bzw. ge- regelt aufeinander auszurichten. Hierdurch kann die Qualität der Rotationsreibschißverbindung deutlich verbessert werden.

Wie bereits erwähnt, sind die Stelleinrichtungen 29 bzw. 35 vorzugsweise als Piezosteller ausgebildet. Piezosteller erlauben eine hochgenau Feinjustierung im Mikrometerbereich, wobei dieselben lediglich einen geringen

Bauraum benötigen. Im bevorzugten Anwendungsfall einer Rotationsreibschweißanlage ist es mit der hier vorliegenden Erfindung möglich, die statische sowie rotatorische Seite bzw. das statische bzw. rotatorische Teilsystem der Rotationsreibschweißanlage vor und während des Rotationsreibschweißens mikrometergenau in Achslage und Achsrichtung zu justieren.

Obwohl unter Bezugnahme auf Fig. 1 bis 5 die hier vorliegenden Erfindung am Beispiel einer Rotationsreibschweißanlage beschrieben wurde, ist das erfindungsgemäße Prinzip zur Ausrichtung bzw. Justierung auf andere Fertigungsanlagen bzw. Fertigungsmaschinen übertragbar. Die Erfindung ist überall dort einsetzbar, wo zwei zueinander auszurichtende Teilsysteme einer Fertigungsanlage hochgenau zueinander ausgerichtet werden müssen. Dabei können beide auszurichtende Teilsystem rotieren oder feststehen. Auch ist es möglich, dass eines der beiden aufeinander auszurichtenden Teilsysteme rotiert, wohingegen das andere Teilsystem feststeht.

Bezugszeichenliste

- 10 Rotationsreibschweißanlage
- 11 Bauteil
- 12 Bauteil
- 13 Verbindungsnaht
- 14 Spindel
- 15 Spindel
- 16 Spanneinrichtung
- 17 Spanneinrichtung
- 18 Pfeil
- 19 Pfeil
- 20 Fügefläche
- 21 Fügefläche
- 22 Verbindungswulst
- 23 Schwungmassenkörper
- 24 Justiereinrichtung
- 25 Rahmen
- 26 Rahmen
- 27 Gruppe
- 28 Gruppe
- 29 Stelleinrichtung
- 30 Justiereinrichtung
- 31 Rahmen
- 32 Rahmen
- 33 Gruppe
- 34 Gruppe
- 35 Stelleinrichtung

Patentansprüche

1. Fertigungsanlage, insbesondere Rotationsreibschweißanlage zum Fügen zweier Bauteile, mit zwei zueinander auszurichtenden Teilsystemen, dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens einem der beiden zueinander auszurichtenden Teilsysteme eine zwei ineinander verschachtelte Rahmen (25, 26; 31, 32) aufweisende Justiereinrichtung (24; 30) zugeordnet ist, wobei zwischen den beiden Rahmen (25, 26; 31, 32) der Justiereinrichtung in axialem Abstand voneinander zwei Gruppen (27, 28; 33, 34) mit jeweils mindestens drei Stelleinrichtungen (29; 35) angeordnet sind.
2. Fertigungsanlage nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die beiden ineinander verschachtelten Rahmen (31, 32) als konzentrische, im Querschnitt kreisringförmige Rohre ausgebildet sind, wobei zwischen den beiden Rohren in axialem Abstand zueinander zwei Gruppen (33, 34) mit jeweils mindestens drei Stelleinrichtungen (35) angeordnet sind.
3. Fertigungsanlage nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die beiden ineinander verschachtelten Rahmen (25, 26) als im Querschnitt rechteckige Rohre ausgebildet sind, wobei zwischen den beiden Rohren in axialem Abstand zueinander zwei Gruppen (27, 28) mit jeweils mindestens vier Stelleinrichtungen (29) angeordnet sind.
4. Fertigungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stelleinrichtungen (29, 35) mit mindestens einem der ineinander verschachtelten Rahmen (25, 26; 31, 32) fest verbunden sind.
5. Fertigungsanlage nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stelleinrichtungen (29, 35) mit einem der ineinander verschachtelten Rahmen (26, 32) fest verbunden und gegenüber dem anderen Rahmen (25, 31) beweglich sind.

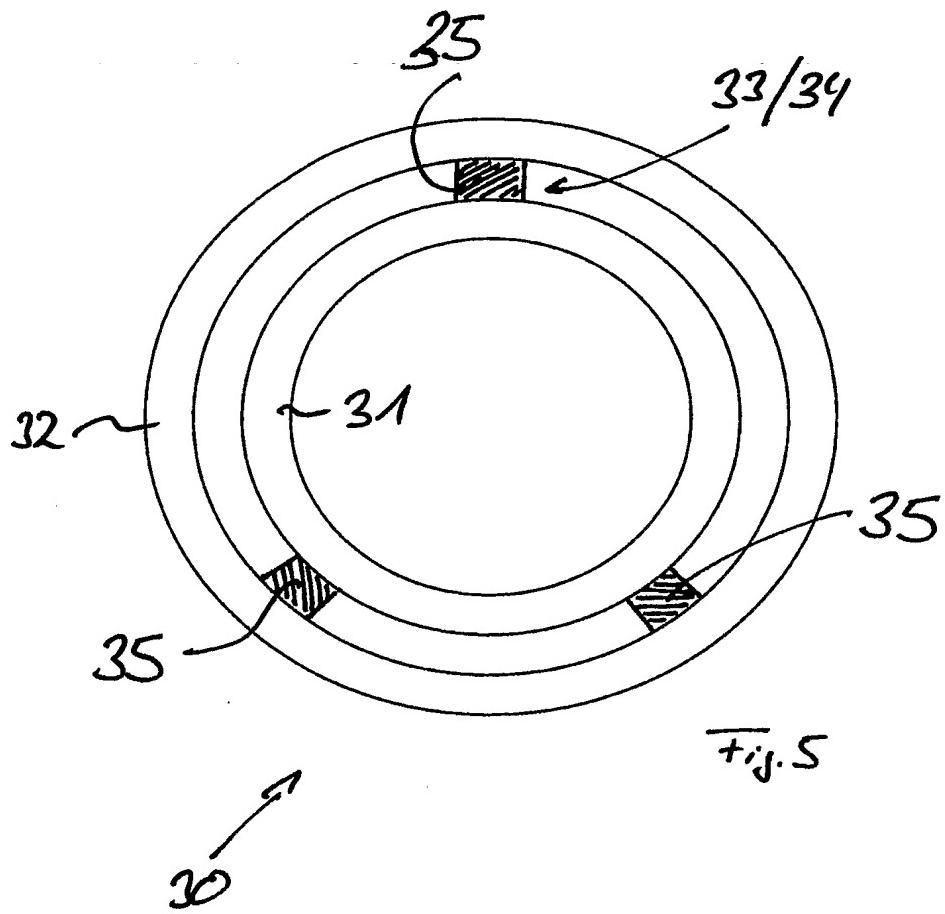
6. Fertigungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,
dass die Stelleinrichtungen (29, 35) als Piezosteller ausgebildet sind.
7. Fertigungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,
dass im inneren Rahmen (25; 31) der beiden ineinander verschachtelte Rahmen der Justiereinrichtung (24; 30) eine Achse des entsprechenden Teilsystems gelagert ist.
8. Fertigungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,
dass jedem der zueinander auszurichtenden Teilsysteme eine Justiereinrichtung (24; 30) zugeordnet ist, wobei in dem inneren Rahmen (25; 31) jeder Justiereinrichtung (24; 30) eine Achse eines der beiden auszurichtenden Teilsysteme gelagert ist, und wobei die Achsen der beiden auszurichtenden Teilsysteme drehend und/oder feststehend ausgebildet sind.
9. Fertigungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet,
dass die relative Position der zueinander auszurichtenden Teilsysteme fortlaufend messbar ist, und dass abhängig von einer entsprechenden Messung über die oder jede Justiereinrichtung (24, 30) während des Betriebs der Fertigungsanlage eine dynamische Ausrichtung der beiden zueinander auszurichtenden Teilsysteme erfolgt.
10. Fertigungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,
dass dieselbe als Rotationsreibschweißanlage mit einer ersten Spindel (14) und einer zweiten Spindel (15) ausgebildet ist, wobei die erste Spindel (14) und die zweite Spindel (15) die beiden zueinander auszurichtenden Teilsysteme bilden, wobei auf der ersten Spindel (14) ein erstes Bauteil (11) von miteinander zu verbindenden Bauteilen (11, 12) und auf der zweiten Spindel (15) ein zweites Bauteil (12) der miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) gelagert ist, und wobei der ersten Spindel (14) und/oder der zweiten Spindel (15) eine zwei ineinander verschachtelte Rahmen (25, 26; 31, 32) aufweisende Justiereinrichtung (34; 30) zugeordnet ist.

11. Fertigungsanlage nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die relative Position der ersten Spindel (14) und der zweiten
Spindel (15) bzw. der beiden miteinander zu verbindenden Bauteile
(11, 12) fortlaufend gemessen wird, und dass abhängig hiervon über
die oder jede Justiereinrichtung (24; 30) während des Betriebs der
Rotationsreibschweißanlage eine dynamische Ausrichtung der beiden
Spindeln (14, 15) oder der beiden miteinander zu verbindenden Bau-
teile (11, 12) erfolgt.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Fertigungsanlage, insbesondere eine Rotationsreibschweißanlage zum Fügen zweier Bauteile, mit zwei zueinander auszurichtenden Teilsystemen. Erfindungsgemäß ist mindestens einem der beiden zueinander auszurichtenden Teilsysteme eine zwei ineinander verschachtelte Rahmen (31, 32) aufweisende Justiereinrichtung (30) zugeordnet ist, wobei zwischen den beiden Rahmen (31, 32) der Justiereinrichtung in axialem Abstand zueinander zwei Gruppen (33, 34) mit jeweils mindestens drei Stelleinrichtungen (35) angeordnet sind.

(Fig. 5)



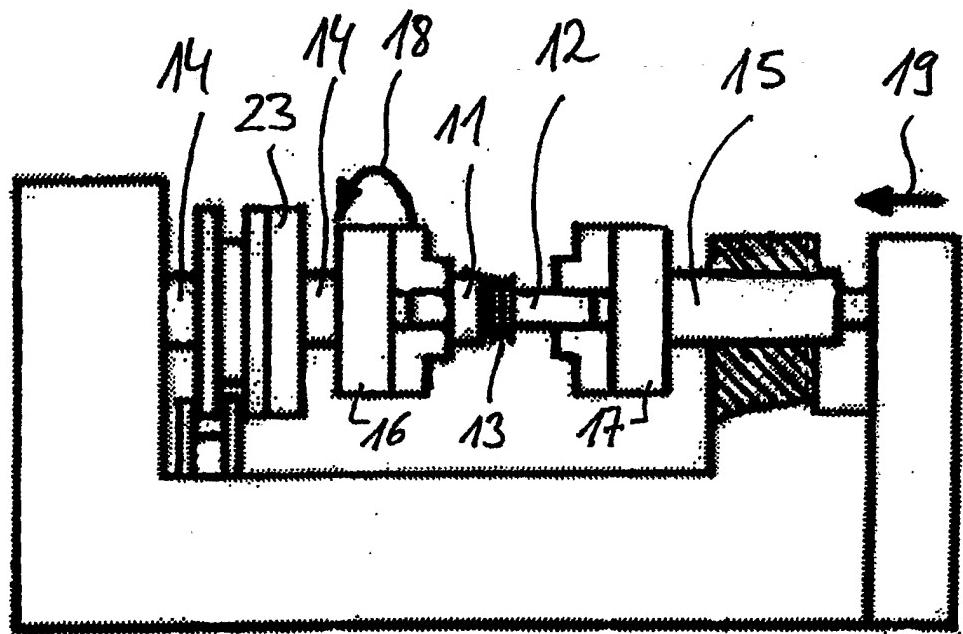


Fig. 1

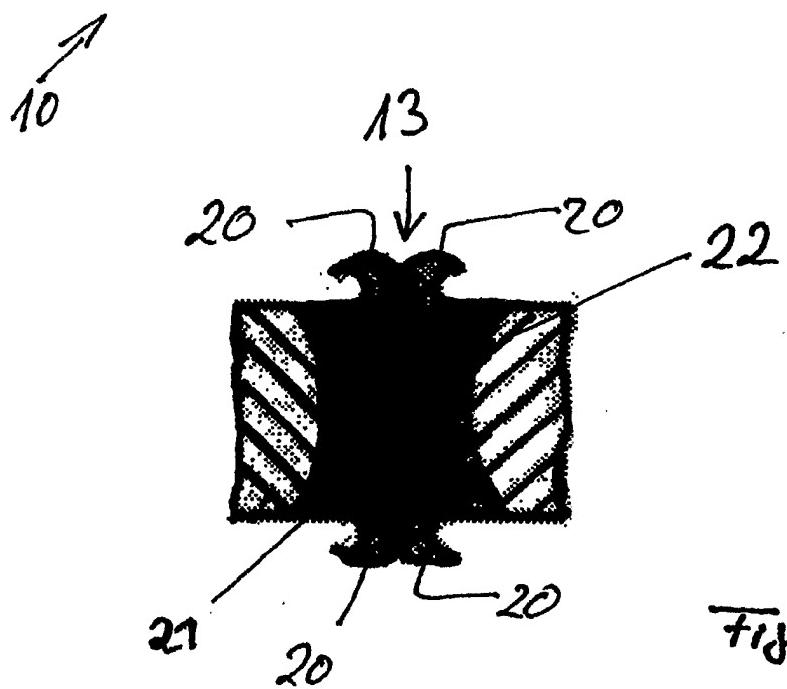


Fig. 2

